



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **122366** (13) **U**
(51) МПК
H05B 41/08 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2017 03421	(72) Винахідник(и): Кожушко Григорій Мефодійович (UA), Басова Юлія Олександрівна (UA), Губа Людмила Миколаївна (UA)
(22) Дата подання заявки: 10.04.2017	(73) Власник(и): ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД УКООПСІЛКИ "ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ", вул. Ковалю, 3, м. Полтава, 36000 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.01.2018	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.01.2018, Бюл.№ 1	

(54) СПОСІБ ПРИСКОРЕНОЇ ОЦІНКИ СЕРЕДНЬОГО СТРОКУ СЛУЖБИ КОМПАКТНИХ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП

(57) Реферат:

Спосіб прискореної оцінки середнього строку служби компактних люмінесцентних ламп з приєднаними електронними високочастотними апаратами за результатами випробувань цих ламп в режимі частих вмикань до відказу. Середній строк служби $\tau_{\text{сер}}$ визначається із виразу $\tau_{\text{сер}} = \Delta\tau \cdot n_{\text{сер}}$, де $\Delta\tau$ - тривалість горіння ламп, яка відповідає одному вмиканню; $n_{\text{сер}}$ - середня кількість вмикань випробувань ламп, до відказу.

UA 122366 U

Запропонований спосіб прискореної оцінки середнього строку служби компактних люмінесцентних ламп належить до світлотехніки, зокрема до випробувань ламп на строк служби.

Середній строк служби - середнє арифметичне із повних строків служби всіх ламп випробуваної партії. Для компактних люмінесцентних ламп (КЛЛ) він складає 8-15 тис. год., тому випробування навіть при цілодобовому горінні ламп може тривати 1-2 роки і більше. Зрозуміло, що результати випробувань в такий спосіб не можуть бути використані для оперативного контролю за якістю продукції. Тому актуальною проблемою є створення методики прискореної оцінки середнього строку служби цих ламп.

Основні принципи прискорення випробувань на надійність сформульовані в [1]. Прискорення випробувань на надійність повинно забезпечити максимально можливе скорочення тривалості випробувань з відтворенням відказів в послідовності, характерній для нормальних умов випробувань. Вимоги до розробки методів прискорених випробувань, як правило, ґрунтуються на використанні апріорних відомостей про надійність об'єкту випробування. Для отримання цих відомостей необхідно провести попередні дослідження які містять наступні етапи:

- дослідження умов функціонування виробу;
- дослідження надійності виробу при функціонування в реальних умовах експлуатації;
- вивчення характеру і причин відказів;
- вибір принципів прискорення випробувань, умов і режимів випробувань;
- проведення прискорених випробувань;
- аналіз результатів досліджень, розробка моделей відказів і визначення функції (коефіцієнту) перерахунку на нормальні умови.

Прискорені випробування можуть здійснюватись в нормальному та форсованому режимах. Випробування в нормальному режимі досягаються ущільненням робочих циклів або екстраполяцією по напрацюванню. Прискорені випробування в форсованому режимі досягаються інтенсифікацією деградаційних процесів. Необхідно виділити дві групи принципів форсування випробувань, які відрізняються способом перерахунку їх результатів на нормальні умови:

- 1) які, потребують попереднього визначення коефіцієнту перерахунку;
- 2) які дозволяють оцінювати результати випробувань без попереднього визначення коефіцієнта перерахунку.

До першої групи відносять:

- обмеження спектру навантажень;
- підвищення швидкості прикладання навантажень;
- принцип порівняння.

Обмеження спектру навантажень полягає у тому, що частина навантажень, які не вносять значного впливу на швидкість витрачання ресурсу, при випробуваннях не використовують. Це призводить до підвищення середнього рівня навантаження і відповідно до більш швидких відказів. Принцип порівняння базується на використанні даних про аналогічні вироби. Залежно від наявної інформації оцінка надійності виробів здійснюється наступним чином:

- порівняння показників надійності 2-х виробів за результатами тільки форсованих випробувань;
- порівняння показників надійності виробу в форсованому режимі з результатами випробування аналогічного виробу в нормальному режимі;
- перерахунком результатів випробування в форсованому режимі до нормального режиму за визначеною залежністю показника надійності від рівня навантаження.

Відомо, що ресурсні характеристики (тривалість горіння, число циклів вмикань) КЛЛ залежать від багатьох факторів, зокрема, від довговічності катодів. В цих лампах використовуються катоди, принцип дії та конструкція яких описані в [2]. Причини деградації емісійної спроможності катодів різні в різні періоди роботи лампи. В пусковий період руйнування оксидного шару електродів в основному пов'язане з розпиленням активної речовини іонами, прискореними в області катодного падіння тліючого розряду. Стадія тліючого розряду завжди виникає в пусковому режимі, однак її тривалість буває різною і залежить вона, в основному, від часу нагрівання катодів до необхідної температури. Чим триваліша стадія тліючого розряду, тим більше катоди піддаються бомбардуванню іонами і тим більше вони руйнуються. Період тліючого розряду найбільш тривалий при так званому "холодному" запалюванні ламп - в режимі без попереднього підігрівання катодів. Для ламп з попереднім підігріванням катодів за даними [3] суттєва зміна струму підігрівання проходять в перші 0,5 с роботи електронного пускорегулюючого пристрою, після чого він стабілізується.

В схемі вмикання з попереднім підігріванням катодів відсутня різка зміна температури емісійного покриття, що забезпечує більшу кількість вмикань (в порівнянні з "холодним") і, як результат, такі лампи мають більшу тривалість горіння.

При вмиканні без попереднього підігрівання катодів у лампах використовується, як правило, резонансна схема запалювання, яка на сьогодні отримала найбільше розповсюдження завдяки своїй простоті та низькій вартості, хоч якість цих ламп поступається лампам з попереднім підігріванням [4].

Очевидно, що пускові процеси суттєво зменшують довговічність катодів і, відповідно, тривалість горіння і можуть бути використані для оцінки ресурсу в режимі форсованих випробувань.

В [5, 6] показано, що використовуючи статистичні методи оцінювання середньої тривалості горіння КЛЛ за відмовами на ранніх стадіях випробувань [7] можна скоротити термін випробувань і робити прогноз шляхом екстраполяції після виходу із ладу 4-5 ламп. Це дозволяє скоротити термін випробування не менше як в 2 рази. Але це також досить тривалий період тому потрібно продовжити дослідження по можливому скороченню терміну випробувань.

Відома методика прискореної оцінки ресурсних параметрів розрядних ламп низького тиску в [8] запропоновано оцінювати строк служби ресурсних ламп, які функціонують в стартерних схемах з електромагнітними пускорегулювальними апаратами (ПРА) за зміною положення катодної плями на оксидному катоді за певний період горіння ламп. Для визначення швидкості переміщення катодної плями (прямопропорційно якій витрачається емісійний матеріал катода) можна застосовувати візуальний або фотографічний метод. Для цього необхідно виготовляти лампи із зачищеними від люмінофора кінцями трубок ламп, щоб було добро видно катод.

Недоліки цього методу в наступному:

1. Він не придатний для оцінювання строку служби розрядних ламп низького тиску, які функціонують з високочастотними електронними ПРА, так як при високочастотному живленні на катодах не формується яскрава пляма, положення якої з часом змінюється і, таким чином, за швидкістю руху цієї плями вздовж катода можна визначити швидкість витрачання емісійного матеріалу. Всі сучасні КЛЛ живляться саме від високочастотних ПРА.

2. Для задовільної точності визначення швидкості витрачання емісійного матеріалу потрібно, щоб ламп прогоріли досить тривалий час - 1000-1500 год.

3. Метод не придатний для оцінки ресурсу серійної продукції, як потрібно, щоб в розрядних трубках були спеціально зачищені кінці для візуально спостереження за катодами.

Найбільш близький за технічною суттю до заявленого є вибраний в якості прототипу спосіб оцінки якості строку служби розрядних ламп низького тиску за кількістю витриманих циклів вмикання до відказу. В основі методу лежить припущення, що витрата оксиду катодів відбувається переважно в процесі вмикання ламп. Так як при кожному вмиканні має місце додаткова витрата оксиду, то фактичне строк служби ламп буде

$$\tau = \tau_{\text{безпер}} - n\Delta\tau, \quad (1)$$

де τ - фактичний строк служби;

$\tau_{\text{безпер}}$ - строк служби в безперервному режимі (без вмикань);

n - число вмикань;

$\Delta\tau$ - зменшення строку служби на 1 вмикання.

Визначивши строк служби ламп однієї конструкції в режимі безперервного горіння і в режимі частих вмикань визначається $\Delta\tau$. Строк служби досліджених ламп (τ_i) визначається за кількістю

втриманих вмикань до відмови n_i :

$$\tau_i = \Delta\tau \cdot n_i \cdot (2)$$

Недоліком цього способу є:

1) дуже тривалі випробування ламп для визначення $\Delta\tau$ (в безперервному горінні КЛЛ можуть мати строк служби більший 30 тис. год.).

2) середній строк служби ламп вказаний в нормативному документі на конкретні лампи передбачає при випробуваннях певну кількість вмикань. Наприклад, для КЛЛ протягом доби має бути 8 вмикань, тому більш точним буде оцінювання строку служби ламп за кількістю вмикань до відказу не в порівнянні з безперервним режимом горіння, а з циклічним режимом, який передбачений в нормативних документах.

Задачею корисної моделі є скорочення часу випробувань і підвищення точності оцінювання строку служби КЛЛ за результатами випробувань ламп в режимі частих вмикань.

Поставлена задача вирішується тим, що для експериментального знаходження $\Delta\tau$ визначається середня тривалість горіння при різній кількості вмикань, наприклад, n_1 і n_2 .

Причому n_1 - це кількість вмикань протягом середньої тривалості горіння при випробуваннях в режимі, який встановлений нормативним документами. Тоді $\Delta\tau$ можна виразити наступним чином:

$$\Delta\tau = \frac{\tau_1 - \tau_2}{n_2 - n_1}, \quad (3)$$

де τ_1, τ_2 - середній строк служби ламп пари кількості вмикань n_1 і n_2 відповідно;

$\Delta\tau$ - коефіцієнт пропорційності, який має розмірність часу, тобто це тривалість горіння, яка дорівнює одному вмиканню лампи при певних умовах.

Середній строк служби досліджуваної партії ламп визначається як

$$\tau_{\text{ісеп}} = \Delta\tau n_{\text{ісеп}}. \quad (4)$$

Для експериментального визначення $\Delta\tau$ досліджували три партії КЛЛ потужністю 20 Вт, закуплених через роздрібну торгівлю. Лампи були різних торговельних марок без попереднього підігрівання катодів. Кожна партія була поділена на 2 частини по 10 ламп і випробовувалася наступним чином: одна частина в стандартному режимі згідно з [9] (лампи вимикались 8 разів на добу, тобто на 1000 год. напрацювання було 333 циклів вмикання); для визначення середньої кількості вмикань до відмови інша частина партії випробовувалась в режимі частих вмикань (1 хвилина у ввімкненому стані, 3 хвилини - у вимкненому стані) згідно з [10].

Якщо прийняти, що τ_1 - середня тривалість горіння ламп при 8-разовому вмиканні ламп на добу, то за весь цей термін відбудеться n_1 циклів вимикання

$$n_1 = \frac{\tau_1}{1000} \cdot 333, \quad (5)$$

а тривалість горіння в режимі частих вмикань τ_2 як час, який лампа знаходиться у ввімкненому стані ($T_2 = 1 \text{ хв.} \cdot n_2 = n_2 / 60, \text{ год.}$), то вираз (5) матиме вигляд

$$\Delta\tau = \frac{\tau_1 - \frac{n_2}{60}}{n_2 - 0.333 \cdot \tau_1}. \quad (6)$$

Результати дослідження середньої тривалості горіння (при 8-миразовому вимиканні ламп на добу), середньої кількості вмикань до відмови (в режимі 1 хв. - ввімкнений стан, 3 хв. - вимкнений стан) та розрахованого значення $\Delta\tau$ для 3-х партій ламп наведено у табл. 1

Таблиця 1

Результати дослідження КЛЛ для визначення коефіцієнта $\Delta\tau$

№ партії	Середнє значення тривалості горіння τ_1 при 8-разовому вмиканні ламп на добу, год.	Середнє значення кількості вмикань до відмови, разів	$\Delta\tau$, год./цикл вмикання
1	10940	15014	0,94
2	4892	6620	0,95
3	5224	6927	0,98
середнє значення			0,96

Випробовуючи лампи на середню кількість вмикань, можна спрогнозувати середню тривалість їх функціонування в реальних умовах використовуючи вираз (6).

За запропонованою методикою зроблено прогноз середньої тривалості горіння 6 партій ламп різних торговельних марок випробовуваних в режимі частих вмикань.

Результати експериментальних випробувань наведені у табл. 2. В цій же таблиці наведені значення задекларованого виробником строку служби та оціненого на основі розробленої методики за середньою кількістю вмикань. Із 6 партій ламп тільки одна партія (EuroLamp) не відповідає вимогам [10] за мінімальною кількістю вмикань (половині значення задекларованого строку служби в годинах і не відповідає задекларованому строку служби. Інші 5 партій відповідають цим вимогам і при функціонуванні за нормованої напруги живлення і вмиканні не більше 8 раз на добу будуть мати строк служби не менший, ніж вказано виробником.

Таблиця 2

Результати порівнянь прогнозних та експериментальних даних
кількості вмикань КЛЛ різних торговельних марок

№ пп.	Середня кількість циклів вмикань визначена експериментально (10 ламп)	Задекларований строк служби, год.	Середній строк служби оцінений за результатами середньої кількості вмикань, год.
1	15014	12000	14413
2	2912	12000	2795
3	16247	12000	15597
4	6579	6000	6315
5	6927	6000	6650
6	6182	6000	5900

Запропонована методика дозволяє суттєво економити час і електроенергію, яка потрібна на випробування КЛЛ.

Джерела інформації:

1. Методические указания. Надежность в технике. Ускоренные испытания. Основные положения [Электронный ресурс]: РД 50-424-83] [Дата введения 1985-01-01] Режим доступа к журн.: <http://docs.cntd.ru/document/1200067031>.
2. Рохлин Н.Г. Розрядные источники света [Текст] / Н.Г. Рохлин - М.: Энергоиздат, 1991. - 720 с.
3. Влияние пускового режима на срок службы электродов мощных амальгамных ламп низкого давления [Текст] / Васильев А.И., Василяк Л.М., Костюченко С.С., Кудрявцев Н.Н., Соколов Д.В., Старцев А.Ю. // Светотехника. - 2009. - № 4. - С. 4-9.
4. Варфоломеев Л.П. Электронные пускорегулирующие аппараты и системы управления освещением. Новости светотехники: Выпуск 1 (36). / Л.П. Варфоломеев; под ред. Ю.Б. Айзенберга. - М.: Дом Света, 2002. - 13 с.
5. Кожушко, Г.М. Оцінювання середньої тривалості горіння КЛЛ за відмовами на ранніх стадіях випробувань [Текст] / Г.М. Кожушко, Ю.О. Басова С.Г. Кислиця // Світлотехніка та електроенергетика. - 2013. - № 2. - С. 23-28.
6. Басова, Ю.О. Дослідження ресурсних характеристик компактних люмінесцентних ламп при форсованих режимах випробувань [Текст] / Ю.О. Басова, Г.М. Кожушко, С.Г. Кислиця // Технологічний аудит та резерви виробництва. - 2014. - № 6/1 (20). - С. 12-16.
7. Левин С.И. Статистические методы контроля и анализа качества источников света / С.И. Левин. - М.: Издательство комитета стандартов, мер и измерительных приборов, 1968. - 161 с.
8. Литвинов, В.С. О строке службы люминесцентных ламп в режиме непрерывного горения / В.С. Литвинов, М.М. Ходер, Е.В. Роцин // Светотехника - 1965. - № 2. - С. 10-15.
9. Лампи люмінесцентні одноцокольні. Вимоги до робочих характеристик: ДСТУ ІЕС 60901:2001 / [Чинний від 2004-07-01]. - К.: Держспоживстандарт України, 2004. - IV, 193 с. - (Національний стандарт України).
10. Directive 2005/32/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for non-directional household lamps [Electronic resource]: COMMISSION REGULATION (EC) № 244/2009 °F 18 March 2009 // Official Journal of the European Union. - 24.03.2009. - L 76/3. - Available at: \www\URL: <http://gisee.ru/upload/244-2009.pdf>.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб прискореної оцінки середнього строку служби компактних люмінесцентних ламп з приєднаними електронними високочастотними апаратами за результатами випробувань цих ламп в режимі частих вмикань до відказу, який **відрізняється** тим, що середній строк служби $\tau_{\text{сер}}$ визначається із виразу $\tau_{\text{сер}} = \Delta\tau \cdot n_{\text{сер}}$, де $\Delta\tau$ - тривалість горіння ламп, яка відповідає одному вмиканню; $n_{\text{сер}}$ - середня кількість вмикань випробувань ламп, до відказу.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що $\Delta\tau$ для даної конструкції ламп визначається із виразу $\Delta\tau = \frac{\tau_1 - \tau_2}{n_2 - n_1}$, де τ_1 - середня тривалість горіння ламп при восьмиразовому вимиканні на добу; τ_2 - середня тривалість горіння ламп в режимі частих вмикань (1 хв. у ввімкненому стані, 3 хв. - у вимкненому); n_1 - кількість циклів вмикань ламп до відказу при випробуванні в режимі восьмиразового вимикання на добу; n_2 - кількість циклів вмикань ламп до відказу при випробуваннях в режимі частих вмикань.
- 5

Комп'ютерна верстка О. Гергіль

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601